



Agricultura de precisión, nuevas tecnologías y sostenibilidad en la producción hortícola.

Trabajo de final de grado

Ingeniería Agroambiental y del Paisaje

Autora: Anna Barrachina Aurell

Tutores: José María Gil

10 de Junio de 2020

Resum

En aquest treball de final de grau s'estudia com les noves tecnologies afecten a les tècniques de producció hortícola. En ell es busca saber quin impacte té la seva aplicació; observant com és la seva adopció per part dels agricultors i quins avantatges i inconvenients comporta.

La sostenibilitat és un concepte cada vegada més rellevant en la societat actual. Alhora, la tecnologia i les IoTs¹ s'estan integrant cada vegada més en el nostre dia a dia. Per això, s'ha dissenyat i simplificat com dur a terme un estudi sobre sostenibilitat i englobant tot el que això comporta. Es mesuren variables mediambientals, econòmiques i socials en un mateix estudi; per descobrir l'impacte de l'ús d'aquestes tecnologies en la sostenibilitat de la producció hortícola.

ModpoW és una empresa tecnològica basada en les lots. L'empresa té diversos productes especialitzats en el mesurament i el control de les variables agrícoles (especialment humitat i fertilització). Dins d'aquests, s'usa la solució Substrat com a producte d'estudi. Aquesta solució permet als productors que tenen cultius fora-sòl la creació d'estratègies de fertirrigació.

En concret s'estudia l'aplicació i implementació d'aquesta solució en dues empreses de producció hortícola: dVerd (Lleida) i Márquez Horticultors (Barcelona).

¹ IoTs: Internet de les coses (del anglés Internet of things).

Resumen

En este trabajo de final de grado se estudia cómo las nuevas tecnologías afectan en las técnicas de producción hortícola. En él se busca saber qué impacto tiene su aplicación; observando cómo es su adopción por parte de los agricultores y qué ventajas e inconvenientes conlleva.

La sostenibilidad es un concepto cada vez más relevante en la sociedad actual. A la vez, la tecnología y las IoTs¹ se están integrando cada vez más en nuestro día a día. Por ello, se ha diseñado y simplificado cómo llevar a cabo un estudio sobre sostenibilidad y englobando todo lo que ello conlleva. Se miden variables medioambientales, económicas y sociales en un mismo estudio; para descubrir el impacto del uso de estas tecnologías en la sostenibilidad de la producción hortícola.

ModpoW es una empresa tecnológica basada en las IoTs. La empresa tiene diversos productos especializados en la medición y el control de las variables agrícolas (especialmente humedad y fertilización). Dentro de estos, se usa la solución *Sustrato* como producto de estudio. Esta solución permite a los productores que tienen cultivos fuera-suelo la creación de estrategias de fertiirrigación.

En concreto se estudia la aplicación e implementación de esta solución en dos empresas de producción hortícola: dVerd (Lérida) y Márquez Horticultors (Barcelona).

¹IoT: El internet de las cosas (del inglés Internet of things).

Abstract

In this end-of-degree project, we study how new technologies affect horticultural production techniques. It seeks to know what impact your application has; observing how it is adopted by farmers and what advantages and disadvantages it entails.

Sustainability is an increasingly relevant concept in today's society. At the same time, technology and IoTs² are becoming increasingly integrated into our daily lives. Therefore, it has been designed and simplified how to carry out a study on sustainability and encompassing all that this entails. Environmental, economic and social variables are measured in the same study; to discover the impact of the use of these technologies on the sustainability of horticultural production.

ModpoW is a technology company based on IoTs. The company has various products specialized in the measurement and control of agricultural variables (especially humidity and fertilization). Among these, the Substrate solution is used as a study product. This solution allows producers who have crops outside the soil to create fertigation strategies.

Specifically, the application and implementation of this solution is being studied in two horticultural production companies: dVerd (Lérida) and Márquez Horticultors (Barcelona).

² IoTs: Internet of things.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a ModpoW AgriTechnologies por la oportunidad de acercarme al mundo de las nuevas tecnologías. Y a todo su equipo humano por brindarme la oportunidad de colaborar con ellos y potenciar mi desarrollo profesional. Sin ellos, no habría podido llegar tan lejos, ni ha ser consciente de hasta donde se puede llegar. Concretamente agradezco a Jordi Barceló, mi tutor en la empresa, por apoyarme en todo el seguimiento y por su visión. A Álex Roca, por sus consejos; y a Joan y Sergi Torrents por el apoyo agronómico en el diseño del estudio. Y también a Sofía Torrabadella y Pau Brawn, por su apoyo incondicional cuando más lo he necesitado.

Agradezco también a mi tutor, José María Gil, por su guía de inicio a fin del diseño de este estudio; y por su dedicación y soporte a lo largo de todo el trayecto. Sobre todo por estar ahí siempre dispuesto a encontrar la forma de ayudarme.

Mencionar a Núria Carazo por sus orientaciones, y a María de Cáceres por sus correcciones.

Por último, agradezco a los docentes y a mis compañeros del ESAB por sus aportaciones; y a la familia, los amigos y el grupo de mujeres por el apoyo y motivación durante el recorrido.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	7
1.1	LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y SU IMPACTO EN LA SOSTENIBILIDAD	8
1.1.1	<i>Obtención de datos.....</i>	8
1.1.2	<i>Procesamiento de datos.....</i>	10
1.1.3	<i>Análisis de datos</i>	10
1.1.4	<i>Toma de decisiones.....</i>	10
1.2	LA SOSTENIBILIDAD EN LA ACTUALIDAD.....	11
1.2.1	<i>Sostenibilidad económica:</i>	12
1.2.2	<i>Sostenibilidad social.....</i>	13
1.2.3	<i>Sostenibilidad ambiental.....</i>	13
1.2.4	<i>El reconocimiento mundial de la sostenibilidad.....</i>	14
1.2.5	<i>El impacto de la agricultura sobre la sostenibilidad</i>	15
2	CONTEXTO ACTUAL	17
2.1	ESTADO DEL ARTE	17
2.1.1	<i>Nuevas tecnologías.....</i>	17
2.1.2	<i>Nuevos conceptos</i>	18
2.1.3	<i>Monitoreo de datos.....</i>	19
2.1.4	<i>ModpoW AgriTechnologies.....</i>	20
2.2	LA IMPORTANCIA DE LOS CULTIVOS PROTEGIDOS EN ESPAÑA	24
2.3	CULTIVOS FUERA-SUELO	25
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1	MATERIALES	28
3.1.1	<i>dVerd.....</i>	28
3.1.2	<i>Márquez Horticultors</i>	28
3.1.3	<i>Tecnología de ModpoW AgriTechnologies.....</i>	29
3.2	MÉTODOS	30
3.2.1	<i>Análisis económico.....</i>	31
3.2.2	<i>Análisis social</i>	32
3.2.3	<i>Análisis medioambiental.....</i>	33
4	RESULTADOS.....	35

4.1	ANÁLISIS ECONÓMICO	35
4.2	ANÁLISIS SOCIAL	37
4.3	ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL.....	38
5	CASOS DE ÉXITO	40
6	CONCLUSIONES	54
	BIBLIOGRAFÍA	57
	OTROS DOCUMENTOS CONSULTADOS	59
	ANEJO I: EL IMPACTO DE LA AGRICULTURA SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	60
1.1.	GASES EFECTO INVERNADERO	60
6.1	LA CONTAMINACIÓN DE LOS ACUÍFEROS	62
6.2	LA PRESIÓN SOBRE LA BIODIVERSIDAD	63
6.2.1	<i>Objetivos mundiales para el crecimiento sostenible de la agricultura.....</i>	<i>64</i>
	ANEJO II: ENCUESTA PARA VALORAR LA CALIDAD, APRENDIZAJE Y TIEMPO ANTES Y DESPUÉS DE LA TECNOLOGÍA.	65

1 Introducción

La motivación de este trabajo ha sido una combinación de una preocupación personal por la sostenibilidad; junto con la oportunidad de trabajo en prácticas en el departamento de marketing y ventas de ModpoW AgriTechnologies. De esta situación, surgieron dudas sobre cómo las tecnologías afectan a dicha sostenibilidad.

El objetivo de este trabajo ha sido diseñar un estudio sobre el impacto en la sostenibilidad, causado por la implementación de una tecnología de ModpoW, en dos explotaciones hortícolas. Concretamente, se trata de una tecnología de recolección de datos en continuo aplicada a cultivos fuera-suelo.

De esta forma se ha buscado descubrir si la sostenibilidad se ve afectada o no con el uso del producto y cómo. O, dicho de otra manera: ¿Sirven las nuevas tecnologías como mejora para las empresas del sector agrícola y su sostenibilidad?

Dado que la sostenibilidad es un concepto pluridisciplinar, los cálculos y las herramientas usadas para su valoración han sido simplificadas, con tal de obtener resultados con los recursos existentes. Para algunas, existen formas de valoración más complejas y objetivas (Ver apartado conclusiones) que las que se han usado en este trabajo; pero imposibles de realizar ya que su complejidad ya daba para un trabajo de investigación en si mismas.

Este trabajo, presenta las siguientes partes: la sostenibilidad en la actualidad, contexto tecnológico, recursos y métodos usados para estudiar las dos explotaciones, resultados (y uso de éstos cómo herramientas de márketing) y, por último, conclusiones.

La importancia y los objetivos de este tipo de estudios han sido resumidos por otros autores con anterioridad:

“Producir información en un contexto real sobre los efectos que una tecnología puede tener en los sistemas objeto (...) definirá la conveniencia de transferir una tecnología, en función tanto de las ventajas productivas, socioeconómicas y ambientales que ofrece, como del tipo de productores que se pueden beneficiar de ella.” (Radulovich, 1993)

1.1 La agricultura de precisión y su impacto en la sostenibilidad

El concepto de agricultura de precisión nació a los 80 en los EE. UU., pero en la actualidad ha ganado mucha importancia, debidos los avances tecnológicos y la aparición de sensores, GPS, drones, IoTs, entre otros.

La agricultura de precisión se basa en una gestión y un método que integra tecnología para incrementar la cantidad y la precisión de datos; para ser más precisos en la toma de decisiones. Así observando y midiendo, este tipo de agricultura actúa frente a la gran variabilidad de los factores que afectan a los cultivos.

Los datos pueden obtenerse mediante sistemas de navegación por satélite, de información geográfica y/o sensores situados en la parcela. Se obtienen de forma periódica, y ese gran número de datos permite optimizar los recursos y el rendimiento de los cultivos.

Para que este tipo de agricultura exista, es necesaria la colaboración entre personas con los siguientes perfiles: productores, técnicos y empresas especializadas en el procesamiento de datos.

Las tareas que desempeñan cada uno de ellos, se coordinan en un mismo sistema, cómo el que se puede observar en la Figura 6.

Este sistema se puede dividir en 3 fases que se describen a continuación:

1.1.1 Obtención de datos

Depende de la capacidad, el número y la variedad de la tecnología de las que se disponga.

A nivel de sensores de finca, en los cuales hemos basado este trabajo, los más usados monitorizan:

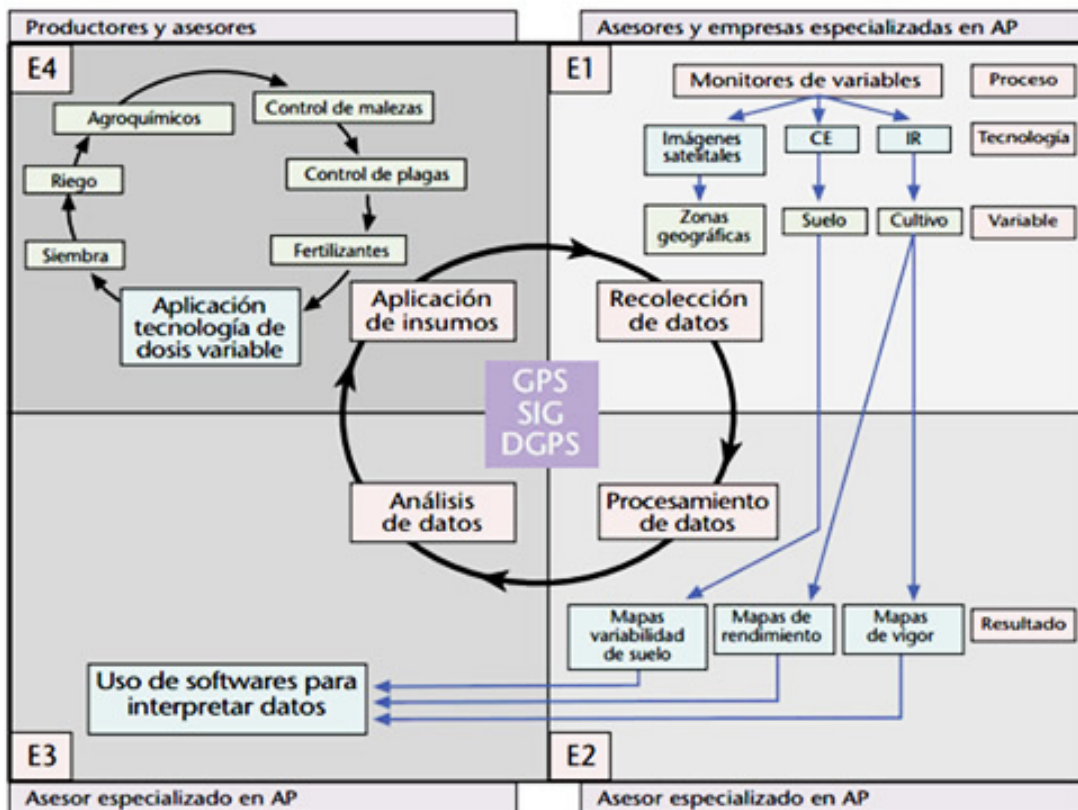
- a. Edáficos: Humedad en raíces, CE³ en raíces, agua aplicada, de pH, etc.

³ CE: Conductividad Eléctrica. Es una medida en dS/m del agua, que permite valorar la concentración de nutrientes disueltos que se encuentran en esta agua.

- b. Climáticos: Temperatura, humedad ambiente, probabilidad de plagas y enfermedades, radiación solar, etc.

A nivel de imágenes vía satélite o bien obtenidas por drones:

- a. Zonas geográficas
- b. Estados de cultivo



(Qampo,

2020)

Figura 1: Etapas de la Agricultura de Precisión. Fuente: Tecnologías aplicables en agricultura de precisión. (Fundación para la Innovación Agraria Santiago, Chile, 2008).

1.1.2 Procesamiento de datos

Una vez registrados, los datos deben ser tratados para facilitar su comprensión. Para esto, se usan herramientas matemáticas y de información geográfica, cómo, por ejemplo: gráficos, mapas, etc.

1.1.3 Análisis de datos

Luego estos se analizan, gracias a softwares específicos para hacer una parte de la interpretación, y para mostrar los datos de forma que facilite la comprensión.

1.1.4 Toma de decisiones

La interpretación final de los datos y la toma de decisiones son tareas llevadas a cabo por el productor y el técnico agrícola. A los datos es necesario sumarles conocimientos agronómicos para garantizar la toma de decisiones adecuada. Hay actuaciones de tipo preventivo, (p ej. para evitar o disminuir los efectos de una plaga o enfermedad); y de optimización del manejo (p ej. decidir cómo regar según los que se quiere conseguir del cultivo).

Al terminar la campaña, se evalúa la producción (calidad y cantidad); así como también los problemas que se han tenido con el cultivo, las medidas que se han tomado y el rendimiento final. Esta observación sirve para detectar qué decisiones han sido erróneas y cuales acertadas. Gracias a la monitorización en continuo y el almacenaje de datos, se pueden descubrir mejores patrones y compararse con otras campañas.

En términos generales, la agricultura de precisión nos permite ser más eficientes en el uso de recursos. Por un lado, se consigue ahorrar en fitosanitarios, abonos, agua y combustible de maquinarias; por lo tanto, en costes y a la vez, reducir el impacto medioambiental de las explotaciones. Con menos recursos se obtiene una mayor producción, lo que es una solución frente a la reducción actual de la tierra cultivable y al crecimiento de la población mundial. Por todo ello, se considera una agricultura más eficiente y ecológica.

La información anterior se ha extraído de *La agricultura de precisión - Qampo*.⁴

1.2 La sostenibilidad en la actualidad

Sostenibilidad es un concepto que se definió hace más de 30 años, en respuesta a la preocupación por un desarrollo económico que respete la sociedad y el medio ambiente.

Sobre este concepto, se ha hablado en muchas situaciones de preocupación mundial; y ha sido descrito por diversos autores. Tenemos por ejemplo la descripción de la ONU, que delimita que el objetivo de la humanidad debe ser la sostenibilidad:

“Satisfacer las necesidades de la generación actual sin perjudicar la capacidad de generaciones futuras de satisfacer las suyas.” (ONU, 2011)

La información anterior se ha extraído de la *Asamblea General de las Naciones Unidas; presidente del 65° período de sesiones – Desarrollo sostenible*⁵

A partir de este concepto, se defiende que, para garantizar la calidad de vida de la humanidad, las dimensiones de equidad social, respeto medioambiental y desarrollo económico, se tienen que dar de forma simultánea. Estos tres conceptos están interrelacionados, tal como se observa en la Figura 1, para poder garantizar un desarrollo sostenible del mundo.

⁴Qampo; 2020. Recuperado de: <https://qampo.es/la-agricultura-de-precision/> (5-Ene-2020)

⁵ ONU; Cita del informe Brundland “Nuestro futuro común” de 1987. Recuperado de: <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml> (12-Oct-2019).

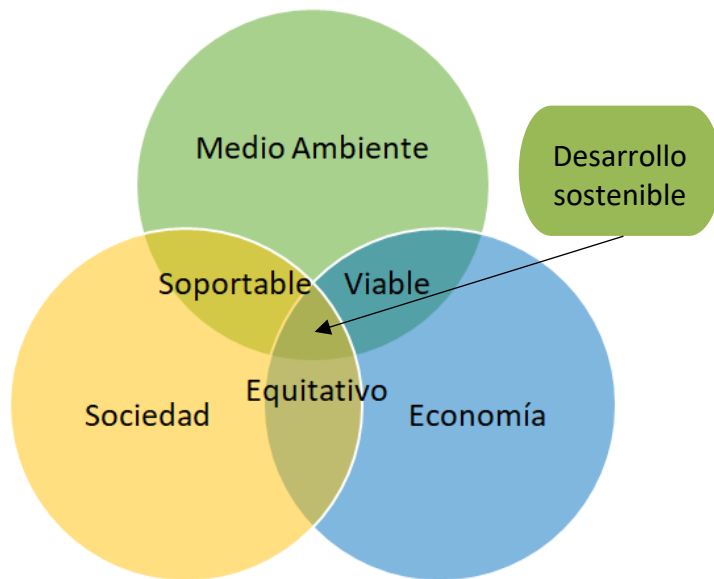


Figura 2: Los pilares del desarrollo sostenible. Fuente: Elaboración propia en base a *Desarrollo Sostenible*.

Es el desarrollo sostenible es, por tanto, un desarrollo económico que tiene en cuenta también el desarrollo de la sociedad y la preservación del medio ambiente para prosperar.

De los tres pilares surgen distintas interacciones que también se deben tener en cuenta, se representan en la Figura 1 (Soportable, viable y equitativo). Con estos pilares y estas interacciones se defiende que el progreso en uno de estos ámbitos no es válido cuando perjudica a otro. De esta forma, el análisis de las actividades u organizaciones debe tener en cuenta los siguientes conceptos:

1.2.1 Sostenibilidad económica:

Se da cuando la actividad rentable económicamente se mueve hacia la sostenibilidad ambiental y social.

El desarrollo económico debe ser equitativo. No puede transgredir los derechos humanos de la sociedad; y la sociedad debe garantizar que la distribución de recursos es equitativa. Esto implica la mitigación de los impactos sociales negativos causados por una actividad desarrollada, así como la potencialización de los positivos. Se relaciona

también con soluciones como, por ejemplo, que las comunidades locales reciban beneficios de la actividad desarrollada en aras de mejorar sus condiciones de vida.

1.2.2 Sostenibilidad social

Se basa en el mantenimiento de la cohesión social y la defensa de los derechos humanos para todos los ciudadanos del mundo.

Implica la conservación del medio ambiente, dado que contribuye al bienestar social: es necesario que el medio ambiente pueda soportar a la sociedad para que todos sus seres humanos puedan tener una vida digna.

P. ej.: En el caso de una empresa.

Sus actividades deben cubrir a los trabajadores (condiciones de trabajo, nivel salarial, etc.), los proveedores, los clientes, las comunidades locales y la sociedad en general.

1.2.3 Sostenibilidad ambiental

Debe existir una compatibilidad entre la actividad considerada y la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad, evitando la degradación de sus funciones. El desarrollo económico debe ser viable teniendo en cuenta también la recuperación de los recursos ambientales. En un análisis de los impactos derivados de cierta actividad, se deberán tener en cuenta el consumo de recursos difícil o lentamente renovables; y la generación de residuos y emisiones. El medio ambiente, es un pilar también necesario para que los otros dos (sociedad y economía) perduren en el tiempo. (Oñate, 2002)⁶

La estructura de la información anterior se ha extraído de *Desarrollo Sostenible – Ámbito de aplicación y definiciones*⁷

⁶ Oñate, J. J., Pereira, D., Suárez, F., Rodríguez, J. J., & Cachón, J. (2002). *Evaluación Ambiental Estratégica: la evaluación ambiental de Políticas, Planes y Programas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

⁷ Wikipedia; Desarrollo Sostenible – Ámbito de aplicación y definiciones. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible (15, Oct, 2019).

1.2.4 El reconocimiento mundial de la sostenibilidad

Actualmente numerosas son las organizaciones mundiales que se suman a objetivos cada vez más sostenibles (Ver Figura 2).

Dentro de aquellas que se han sumado para pulsar por el alcance de esta sostenibilidad, está la ONU. Ésta en 2015 publicó 17 objetivos sobre el desarrollo sostenible a los que se debe enfocar la humanidad para 2030 (Ver Figura 2).



Figura 3: Agenda 2030, 17 objetivos para un desarrollo sostenible. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/07/se-debe-acelerar-la-implementacion-de-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/> (20-Sep-2019). (ONU, 2015)

Se observa la pluralidad de conceptos que se incluyen en las directrices para un desarrollo sostenible. A continuación, se describen algunas de las metas que se ven directamente afectadas por la agricultura, la innovación tecnológica o ambos, y en las que está relacionado este trabajo:

- **OBJETIVO 6. Agua limpia y saneamiento:** “El agua libre de impurezas y accesible para todos es parte esencial del mundo en que queremos vivir. (...) Sin embargo, actualmente el reparto del agua no es el adecuado y (...) se espera que al menos

un 25% de la población mundial viva en un país afectado por escasez crónica y reiterada de agua dulce.” (ONU, 2015)⁸.

- **OBJETIVO 9. Industria, innovación e infraestructura:** “El progreso tecnológico debe estar en la base de los esfuerzos para alcanzar los objetivos medioambientales, como el aumento de los recursos y la eficiencia energética.” (ONU, 2015)⁹
- **OBJETIVO 12. Producción y consumo responsables:** “El objetivo del consumo y la producción sostenibles es hacer más y mejores cosas con menos recursos.” (ONU, 2015)¹⁰

1.2.5 El impacto de la agricultura sobre la sostenibilidad

La agricultura representa la mayor proporción de tierra usada por el hombre y dos terceras partes del agua usada por el hombre se destinan a la agricultura. Además, los métodos agrícolas, forestales y pesqueros y su alcance, son las principales causas de pérdida de biodiversidad en el mundo. La explotación agrícola afecta los suelos degradándolos y salinizándolos.

Información anterior extraída del Informe de la FAO resumido, *Agricultura Mundial: hacia los años 2015/2030 – Perspectivas para el medio ambiente*. (FAO, 2002)¹¹

Además, el sector de la alimentación representa alrededor del 30% del consumo total de energía en el mundo y un 22% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero.

⁸ ONU; 2015. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/> (3-Oct-2019)

⁹ ONU; 2015. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/> (15-Oct-2019)

¹⁰ ONU; 2015. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/> (20-Oct-2020)

¹¹ FAO; 2002. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm> (10-Nov-2019)

Y es evidente que la degradación de la tierra, la disminución de la fertilidad del suelo, el uso insostenible del agua, la sobrepesca y la degradación del medio marino están disminuyendo la capacidad de la base de recursos naturales para suministrar alimentos.

Información anterior extraída de la publicación de la ONU sobre los *Objetivos de desarrollo sostenible – Objetivo 12*. (ONU, 2015)¹²

¹²ONU; 2015. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/> (4-Abr-2020)

2 Contexto actual

2.1 Estado del arte

2.1.1 Nuevas tecnologías

Se consideran nuevas tecnologías (NT) a todos aquellos conocimientos, instrumentos y métodos técnicos que han aparecido y se han asimilado por la humanidad posteriormente a la Segunda Guerra Mundial. Existen una gran cantidad de ellas, pero la gran mayoría pueden agruparse la siguiente clasificación: las biotecnologías (BT), las de los nuevos materiales (NM), las tecnologías de la información (TI).

“Las nuevas tecnologías son nuevas porque, en lo sustancial, han aparecido -y, sobretodo, se han perfeccionado, difundido y asimilado- después de la Segunda Guerra Mundial. Desde entonces su desarrollo se ha caracterizado por una fuerte aceleración; sus consecuencias son de una magnitud y trascendencia que no tenían antecedentes. Si recorremos listas de NT (...) la mayoría coincide en destacar tres: las biotecnologías, las de los nuevos materiales y las tecnologías de la información (...) las de mayor difusión y en las que se manifiestan con mayor claridad los efectos y los factores que más nos importan.”
(Lerch, 1997)

Todas ellas se basan en los más avanzados conocimientos científicos; por ello se llama también tecnología punta.

La información anterior se ha extraído del libro *¿Qué es qué en tecnología? Manual de uso*.

En el amplio campo de las nuevas tecnologías aplicadas a la agricultura, se incluye tecnología específica para cada uno de los distintos aspectos que conforman la agricultura. Se describen a continuación algunas de ellas:

- **Tecnologías de la información:** Consiguen la recopilación y el procesado masivo de datos. Incorporan sensores en continuo; y se vinculan a softwares de interpretación y resumen de datos para facilitar la interpretación humana.
- **Drones:** Son aparatos voladores teledirigidos que con una cámara obtienen imágenes aéreas, y permiten controlar el cultivo de forma más intensiva. Aplicado a la agricultura, se consigue detectar prematuramente problemas en el riego, la fertilización y la afectación de plagas y enfermedades.
- **Agrobiotecnología:** Conjunto de técnicas que utilizan organismos vivos o partes de ellos para obtener productos, modificarlos o desarrollar microorganismos cuyo objetivo es mejorar el estado de los vegetales.
- **Sensores en continuo:** Los sensores son dispositivos que miden variables físicas y/o químicas; registran estos datos y los transforman en impulsos eléctricos. En continuo significa que son capaces de registrar sistemática y automáticamente dichos impulsos. Habitualmente se unen a otros dispositivos que se encargan de recibir y almacenar esos datos y mandarlos a la nube.

2.1.2 Nuevos conceptos

Para describir la realidad tecnológica, aparecen nuevos conceptos. Algunos de estos se definen a continuación:

- **El internet de las cosas (IoT):** (del inglés: “Internet of things”); es la conexión digital a internet con objetos cotidianos.
- **Big data:** Gran cantidad y complejidad de datos, que actualmente se obtienen a una elevada velocidad y eso dificulta su gestión y análisis.
- **Geolocalización:** Obtención de la ubicación (posición geográfica a tiempo real) de un objeto.
- **Inteligencia artificial (IA):** Es el medio por el cual las máquinas realizan tareas que pueden ser técnicas o la imitación de los procesos inductivos y deductivos del pensamiento humano. En la agricultura, mayormente se usan para obtener

predicciones sobre cuando sembrar, cuando tratar y cuanto se cosechará. (Bayer México, 2018)¹³

- **Aprendizaje automático** (del inglés, *machine learning*): Campo dentro de la IA que se dedica al diseño, análisis y desarrollo de los algoritmos necesarios para que máquinas puedan aprender y evolucionar.

2.1.3 Monitoreo de datos

Se trata de la representación gráfica y en continuo de variables físicas o químicas, que se captan gracias a sensores, y se envían a un monitor. A veces son datos a tiempo real; y otras veces se muestran con un leve desfase de tiempo. Suelen incorporar un procesamiento de datos para facilitar su lectura.

Existen muchos tipos, aplicados en campos muy variados. Se detallan a continuación, las variables más monitorizadas actualmente en agricultura:

- Humedad en raíces.
- Fertilizante en raíces (CE).
- Temperatura en raíces.
- Volumen de agua aplicada.
- Fertilizante aplicado.
- Lluvias.
- Temperatura ambiente.
- Velocidad del viento.
- Dirección del viento.
- Intensidad lumínica.

Todos ellos se conectan a la nube o a programas específicos y permiten el control remoto de estas variables, ya sea a través de un ordenador o de un móvil.

¹³ Bayer México, 2018. *Inteligencia artificial en la agricultura, llave de la productividad*. Recuperado de: <https://www.hablemosdelcampo.com/inteligencia-artificial-en-la-agricultura-llave-de-la-productividad/> (25-Feb-2020)

Además, la obtención de datos continuada, permite la existencia de sistemas de riego telemáticos. Los más comunes se encuentran en explotaciones de cultivos protegidos y actúan en función de la radiación solar que se mide en continuo. A partir de esta se deduce la evapotranspiración que está teniendo lugar dentro del invernadero; y riega cuando se alcanzan con unos límites que establece el agricultor o técnico. Es necesaria aún la parte humana para adecuar los parámetros en función del cultivo, su estado fenológico y lo que se quiere conseguir.

2.1.4 ModpoW AgriTechnologies

En este contexto, aparece ModpoW AgriTechnologies. Es una parte de una empresa especialista en proyectos de ingeniería electrónica, ModpoW; en la que se han centrado en la creación equipos de monitorización de datos para cultivos agrícolas. Basan sus soluciones en tecnologías TIC y acompañan toda su tecnología junto con una plataforma web que procesa los datos hasta ofrecer una parte de asesoramiento agrónomo. Estas soluciones provienen de un producto previo de la misma empresa validado creado con IRTA, ya cuentan con la experiencia de más de 10 años en el mercado.

“ModpoW AgriTechnologies es una plataforma propuesta por ModpoW, basada en aplicaciones web donde sensores agrícolas en continuo almacenan información con el objetivo de mejorar las estrategias producción hortícola” (ModpoW, 2019).

2.1.4.1.1 Tecnología y productos (Mudler, 2007) (Xercavins, 2005)

Ofrecen soluciones para el control del riego y la nutrición en distintos cultivos:

Solución de riego: Permite el conocimiento de la cantidad real de agua de riego y de la humedad en el suelo. Mediante un contador de agua para goteros y tres sensores de humedad en el suelo permiten a los agricultores modelar la irrigación. Podemos ver su funcionamiento en la Figura 4, y el software en la Figura 5.

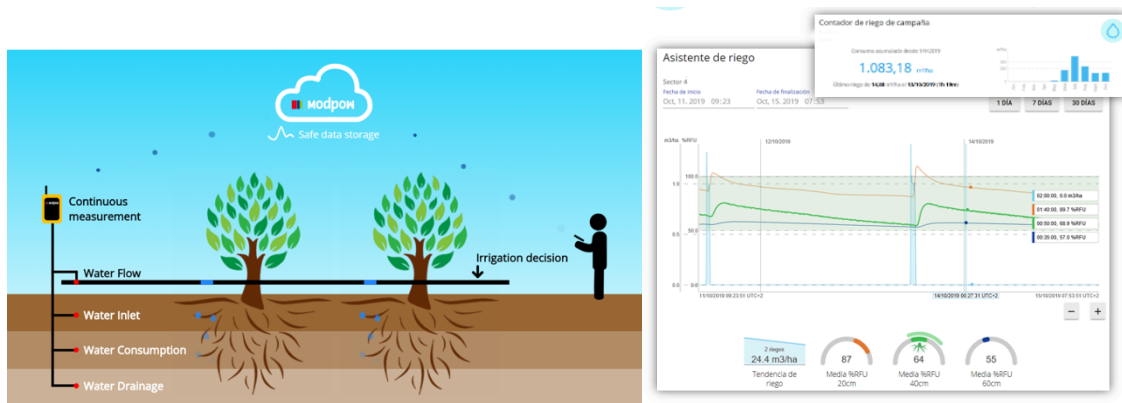


Figura 4: (Izq.) Ilustración sobre la solución de Riego de ModpoW AgriTechnologies. Fuente: ModpoW.

Figura 5: (Dcha.) Captura de pantalla del asistente de riego ModpoW AgriTechnologies. Fuente: Propia.

Solución de fertilización: Para el control de la nutrición, basada en sondas de succión (ver Figura 8) que permite mejorar las estrategias de producción y fertilización vegetal. Las sondas de succión, actúan como una raíz artificial. Permiten medir el contenido de nutrientes disponibles por la planta a dos profundidades periódicamente. En la Figura 6 podemos observar su funcionamiento; y en la Figura 7 el software que le acompaña.

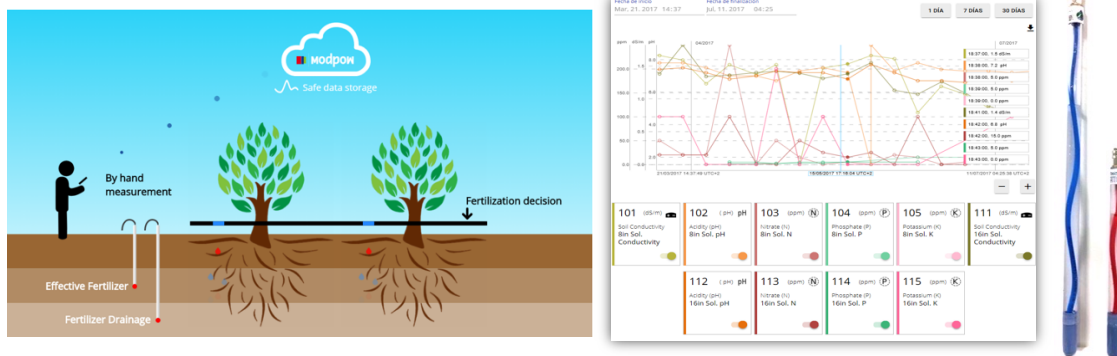


Figura 6: (Izq.) Ilustración sobre la solución de fertilización de ModpoW AgriTechnologies.
Fuente: ModpoW.

Figura 7: (Centro) Captura de pantalla del visor de datos de fertilización de ModpoW. Fuente: Propia.

Figura 8: (Dcha.) Fotografía sobre las sondas de succión; parte que se instala en campo de la solución de fertilización. Fuente: ModpoW.

Solución de fertiirrigación: Esta solución monitoriza los datos de riego; y también algunos de los datos de fertilización. Un contador de agua y sensor de CE para goteros junto con sensores de humedad y CE en raíces (ver Figura 10), permite a los productores modelar la fertiirrigación. El software que forma parte también de esta solución, se muestra en la Figura 11.

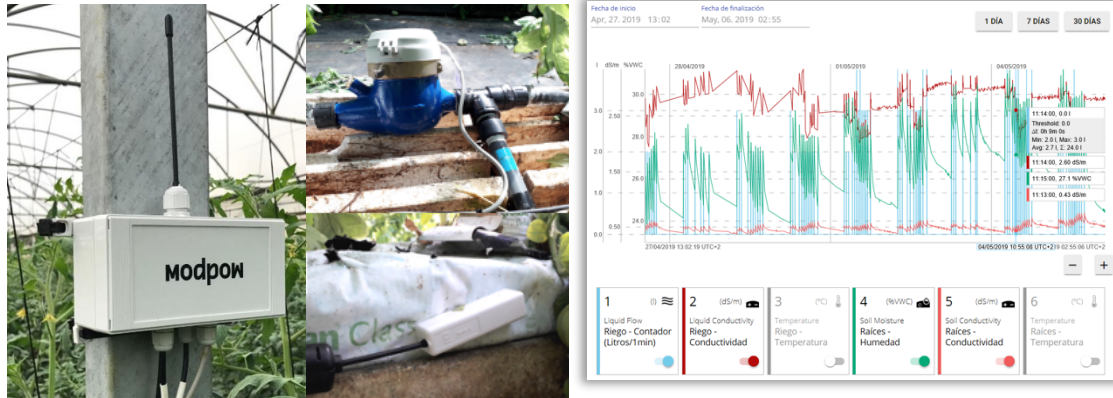


Figura 9: (Izq.) Datalogger ModpoW instalado en una explotación de tomates en invernadero.
Fuente: ModpoW.

Figura 10: (Parte superior). Fotografía de un contador de agua y conductímetro instalados en gotero. (Parte inferior) Teros 12 clavado en saco. Fuente: ModpoW.

Figura 11: (Dcha.) Captura de pantalla del visor de datos en continuo de fertiirrigación de ModpoW AgriTechnologies. Fuente: Propia.

Solución de clima: Para la monitorización de datos climáticos, recopila datos para mejorar la producción agrícola, se muestra su funcionamiento en la Figura 12. Los sensores de humedad de hoja, pluviómetros, y de humedad y temperatura ambientes permiten modelar la irrigación y prevenir posibles plagas. La visualización de los datos es mediante el software de ModpoW, tal como podemos ver en la Figura 13.

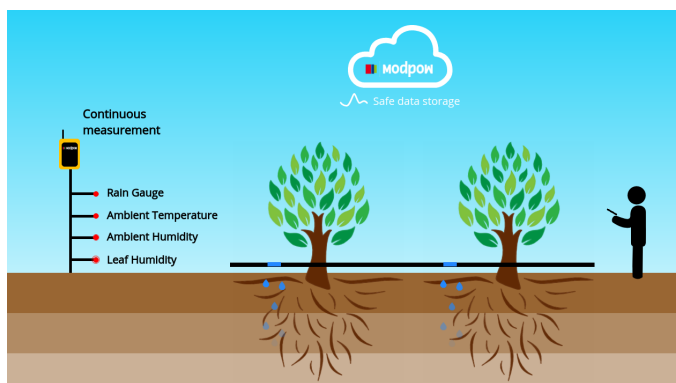


Figura 12: (Izq.) Ilustración sobre la solución de fertilización de ModpoW AgriTechnologies. Fuente: ModpoW.

Figura 13: (Dcha.) Captura de pantalla del visor de datos de clima de ModpoW AgriTechnologies. Fuente: Propia.

Solución de crecimiento: Solución de monitorización y registro del crecimiento, que permite el seguimiento y la posterior evaluación de las estrategias anteriores. En la figura 14 se observa el visor de datos de ModpoW, ligado a dicha solución.



Figura 14: (Dcha.) Captura de pantalla del visor de datos de fertilización de ModpoW AgriTechnologies. Fuente: Propia.

2.2 La importancia de los cultivos protegidos en España

Los cultivos protegidos, que pertenecen al tipo de agricultura intensiva, es una forma de explotación agrícola que busca maximizar las producciones. En esta forma de

producción se controlan al máximo las variables edafo-climáticas, para favorecer desarrollo, crecimiento y producción de los vegetales.

En la agricultura intensiva o forzada, podemos encontrar que se controlen factores como:

- Temperatura ambiente (mediante invernaderos y/o tubos de calefacción),
- El agua (mediante el riego)
- La radiación solar (mallas anti quemaduras)
- Las horas de luz (iluminación artificial).
- Etc.

Básicamente aquellos factores que más limitan el crecimiento vegetal, que son característicos de cada entorno concreto.

Según los datos recogidos por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en el año 2018, en España, la superficie total destinada a cultivos hortícolas fue de 571.048 Ha. Es un cultivo que proporciona rendimientos más elevados que otros; por eso en superficie, representa solo el 2% de la superficie española dedicada a la agricultura (INE, 2018).

De estos cultivos hortícolas, en la actualidad solo una parte se cultivan en protegido. Los más habituales son el tomate, el pimiento, el calabacín, el melón, el pepino, la fresa y la judía. Pero en latitudes que dificulten el cultivo de hortalizas en general, también podemos encontrar otros cultivos hortícolas cómo lechugas, coles, coliflor, brócoli, guisante y hojas bebé (del inglés, *baby leaf*).

Dentro de las hortalizas, el 13% de la superficie cultivada esta en protegido; pero dentro de los cultivos que generalmente se cultivan en protegido, representan el 49% de la producción; 7% de la producción total de hortalizas.

2.3 Cultivos fuera-suelo

Por cultivo sin suelo, se entiende cualquier sistema agrícola que no emplea el suelo para su desarrollo, pudiéndose cultivar en una solución

nutritiva, o sobre cualquier sustrato con adición de solución nutriente.

(C. Bauxauli y J. M. Aguilar, 2002).

Actualmente existen estas formas de cultivo dónde los vegetales crecen en un entorno fuera suelo. Este método se usa para un buen número de hortalizas (verduras de hoja, tomates, etc.), frutas (sobretudo frutas de baya como arándanos o fresas), hierbas aromáticas y plantas ornamentales.

Hay diversos motivos para los que este método es de gran utilidad:

- Permite cultivar en áreas con suelos contaminados, poco fértiles y/o con problemas de enfermedades.
- Disminuye el agua necesaria, de esta forma facilita la agricultura en zonas con acceso al agua limitado.
- Superioridad en el rendimiento, respecto a la agricultura tradicional.
- Facilita el cierre del sistema, es decir, la recirculación del agua y los fertilizantes que se pierden por drenaje. Con esta recirculación, se evita la contaminación de aguas y acuíferos.

Todo esto se debe a que, con esta técnica, se suministra el agua en un espacio reducido donde se concentra el 100% del sistema radicular del cultivar. De esta forma, se es más eficiente en la aplicación de agua y fertilizante.

Según la FAO, el cultivo en sustratos y el cultivo hidropónico: *“...Por lo general los cultivos en sacos de sustrato (...) aumentan la precocidad y el rendimiento, facilitando además el manejo del riego y la fertilización y un equilibrio entre la fructificación y el crecimiento. (...) estas técnicas exigen menos energía para mantener la temperatura óptima al nivel de las raíces, lo cual es más importante aún que la temperatura del aire”.* (FAO, 2002)

Por otro lado, es una técnica que requiere de un control del sistema mucho más riguroso sobre las variables que afectan a los cultivos (pH, conductividad eléctrica, temperatura, agua, aplicación de fertilizantes, etc.) Dado que en este tipo de instalaciones la amortiguación de los errores es escasa.

Según un productor de tomates del Maresme, que cultiva todas las tomateras en saco:

“Tan solo con que el cultivo se quede 48h sin recibir agua, pierde la cosecha entera.” (Joan Márquez, 2019)



Figura 15: Fotografía sobre un cultivo de fresas fuera-suelo de la empresa dVerd (Lérida). Fuente: ModpoW.

3 Materiales y métodos

3.1 Materiales

Para poder hacer este estudio, se ha contado con la tecnología de ModpoW AgriTechnologies junto con la investigación y colaboración de dos empresas del sector agroalimentario: dVerd y Márquez Horticultors.

3.1.1 dVerd

Empresa localizada en la plana de Lérida y dedicada a la producción de hierbas culinarias.

Tienen 11.000m² de superficie cultivada en invernaderos. En ellos cultivan principalmente distintas variedades de albahaca; pero también producen perejil, cilantro y salvia entre otras especies. Todas ellas cultivadas fuera-suelo, en un sustrato de perlita. Además, también cultivan fresas fuera suelo, en un sustrato de lana de roca.

Se dedican a la producción y la venta de producto fresco, por ello sirven producto directamente a cadenas de restauración y supermercados los cuales demandan una alta calidad.

3.1.2 Márquez Horticultors

Empresa es una empresa familiar localizada en el Maresme y dedicada a la producción de tomates de alta calidad. Se trata de una de las primeras instalaciones de cultivo hidropónico de tomate en Catalunya. Tienen toda la superficie cultivada en invernaderos; con sistemas de control de variables ambientales semiautomática:

- Temperatura: Calefacción y apertura del invernadero.
- Evapotranspiración
- Radiación Solar

Cultivan dos variedades de tomateras (*Solanum lycopersicum*) que producen tomates conocidos como Corazón de buey. Estos són muy valorados por su alta calidad, y concretamente, el productor cultiva Tomawak y Monterrosa®¹⁴.

Esta explotación tiene 17.000m² de invernaderos y consiguen un rendimiento de 22 kg/m². Su producción es certificada con los distintivos de producción integrada y global G.A.P. Comercializa su producción y otros subproductos bajo la marca Agrogust®¹⁵.

3.1.3 Tecnología de ModpoW AgriTechnologies

En ellas se instaló y se implementó la Solución de Fertiirrigación de ModpoW AgriTechnologies (Ver Figuras 10, 11 y 12). En este estudio se del objeto a estudiar su impacto y también a sido una fuente de datos para el mismo.

La tecnología usada implica la monitorización en continuo de las siguientes variables:

- Caudal de agua que entra al cultivo
- Conductividad del agua de Riego
- Temperatura del agua de Riego
- Humedad en Raíces
- Conductividad en Raíces
- Temperatura en raíces

Y las partes que conforman los equipos son las siguientes:

- Contador de agua en gotero
- Conductímetro en gotero
- Sensor tipo Teros 12¹⁶ clavado en el sustrato

¹⁴ Monterrosa es una marca registrada de Semillas Fitó S.A.

¹⁵ Agrogust es una marca registrada de Márquez Horticultors S.L.

¹⁶ Teros 12 es un producto de la empresa METER Group, Inc. USA.

3.2 Métodos

Además, como guía en la metodología usada para valorar la sostenibilidad, se han cogido los siguientes documentos de referencia: *Validación de Tecnologías en Sistemas Agrícolas*¹⁷ del CATIE junto con el *Modelo de indicadores de RSE para pymes*¹⁸ de IESE.

A partir de estos documentos y de los recursos presentes para poder hacer este estudio, se han delimitado los siguientes indicadores de sostenibilidad

1. Análisis económico
 - a. Amortización de los equipos
 - b. Calidad de la producción
 - c. Producción
2. Análisis social
 - a. Formación de los trabajadores¹⁹
 - b. Reducción de horas de trabajo físico
3. Análisis medioambiental
 - a. Consumo de agua
 - b. Optimización de la fertiirrigación

De estos indicadores propuestos inicialmente, hay algunos que no se han podido evaluar completamente, dada la falta de disponibilidad de datos. Esta falta se debe a su existencia previa a la implementación de la tecnología, y no ha sido posible encontrarlos

¹⁷ Validación de Tecnologías en Sistemas Agrícolas. R. Radulovich, J. A. J. Karremans. (1993). CATIE, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

¹⁸ Modelo de indicadores de RSE para pymes. Instituto de Innovación Social. M. Vilanova, M. Dinarès. (2009). ESADE Business School. Universitat Ramon Llull.

posteriormente disponibles en las explotaciones. Por ello no se ha podido seguir investigando en cierta dirección. De todos modos, se ha desarrollado un modelo de lo que debería analizarse y cómo; que podrá servir en otros casos. Con ellos, se ha conseguido valorar parcialmente el impacto que ha tenido el uso de esta tecnología en las dos empresas.

Se indican a continuación, los métodos usados para valorar cada uno de los indicadores.

3.2.1 Análisis económico

En este apartado se ha buscado valorar el coste y el beneficio económicos consecuentes de la aplicación de la tecnología.

3.2.1.1.1 Amortización de los equipos

$$Amortización = \frac{V_a - V_r}{Vida\ útil}$$

Donde:

Amortización = Devaluación de los equipos, expresada en €/año.

V_a = Valor de adquisición de los equipos.

V_r = Valor residual de los equipos cuando dejan de ser funcionales.

Vida útil = Periodo de tiempo funcional de los equipos (en años).

Para hacer de estos datos comparables, se ha dimensionado la superficie regada dónde los datos obtenidos por los equipos han sido representativos, para poder obtener el resultado en €/m².

3.2.1.1.2 Producción

- Preguntado sobre la media al productor.

3.2.1.1.3 Calidad de la producción

Se realizó una encuesta sobre:

- Precio percibido por el agricultor

- Presencia-ausencia de enfermedades en los cultivos. Pregunta directa a los técnicos.
- Fortaleza de los cultivos. Mediante un análisis visual sobre la colonización de las raíces.

3.2.2 Análisis social

3.2.2.1.1 Formación

- Encuestados el agricultor y el técnico agrónomo encargado de la transferencia tecnológica.
- En esta encuesta se detallaban los conceptos resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 1. *Formación agronómica acotada en niveles de evaluación y descripción de dichos niveles.*

Formación Agronómica	
Nivel	Descripción
Excelente 10	Comprende y manipula a la perfección el riego y la nutrición; y consigue siempre su objetivo.
Muy Alto 7-9	Comprende y manipula con facilidad el riego y la nutrición para conseguir su objetivo con el cultivo.
Alto 5-7	Comprende con facilidad y manipula el riego y la nutrición para conseguir su objetivo.
Medio 3-5	Comprende y usa con dificultad el riego y la nutrición para conseguir su objetivo.
Bajo 0-3	No comprende el riego y la nutrición.

3.2.2.1.2 Horas de trabajo necesarias

Mediante el análisis del sistema de trabajo de los productores con los equipos y sin los equipos, se ha generado una lista de tareas con su tiempo aproximado de ejecución.

Tabla 2. *Lista de tareas, tiempo de ejecución en minutos y número ejecuciones al mes del caso*

dVerd.

Tareas	Tiempo (min)	Repeticiones
Medidas CE entrada y salida manuales	20	4
Replanteamiento del Balance	30	4
Modificar programador	5	4
Análisis foliar:		
- Recogida 50 hojas	30	1
- Empaquetado	30	1
- Tramitación envío a laboratorio	30	1
- Lectura e interpretación de los datos	15	1

3.2.3 Análisis medioambiental

3.2.3.1.1 Optimización de la gestión agronómica

Mediante el seguimiento periódico (una vez por semana) de las curvas de secado-mojado y de los datos de nutrición recogidos por los equipos de ModpoW AgriTechnologies y la observación de su plataforma en un periodo de 6 meses. Más su interpretación obtenida de un técnico asesor, Joan Torrents, en el caso de dVerd y el equipo de técnicos agrónomos de ModpoW AgriTechnologies en caso de Márquez Horticultors.

3.2.3.1.2 Contabilización en la cantidad de agua gastada

Mediante la obtención de los datos de consumo de agua recogidos por los equipos de ModpoW AgriTechnologies. Estos datos se han transformado para poder compararse, y se ha obtenido la cantidad total de agua echada por superficie de finca (m²) y año. La

superficie de finca, hace referencia a la zona representativa de riego monitorizado con ModpoW AgriTechnologies.

En el caso de Márquez Horticultors, se ha obtenido el dato de la primera y la segunda campañas de 2019; además del anual.

En el diseño inicial del estudio, se incluyó la obtención de los datos previos a la presencia de los equipos en las empresas; pero no ha sido posible obtener esta información dado que los productores no llevaban un registro previo.

$$Agua / Campaña = \frac{L \text{ de agua contador}}{N^0 \text{ de goteros hasta el final de manguera}} * \frac{N^0 \text{ goteros}}{\text{planta}} * \rho_{Plantación}$$

Donde:

Agua / Campaña = Cantidad de agua gastada por m² de zona representativa de riego monitorizado con ModpoW AgriTechnologies

L de agua contador = \sum De los litros de agua detectados por los contadores de los goteros a lo largo de una campaña.

N⁰ de goteros hasta el final de manguera = Recuento de goteros alimentados por el caudal detectado por el contador.

$\rho_{Plantación}$ = Cantidad de plantas por m² de cada invernadero.

4 RESULTADOS

Los resultados obtenidos a lo largo de la investigación han sido los siguientes:

4.1 Análisis económico

4.1.1.1.1 Amortización de los equipos

Amortización de los equipos repercutida en m² de cultivo.

Tabla 3. *Coste de monitorización de cada cultivo por metro cuadrado en dVerd.*

Zona	Coste monitorización	Unidad
Fresas	0,83	€/ m ² anuales
Albahaca	0,16	€/ m ² anuales

Tabla 4: Coste de monitorización de cada cultivo por metro cuadrado en Márquez Horticultors.

Zona	Coste monitorización	Unidad
Invernadero 1	0,90	€/ m ² anuales
Invernadero 3	0,32	€/ m ² anuales

4.1.1.1.2 Calidad de la producción

- Precio medio percibido por los agricultores según cultivo.

Tabla 5. *Precio medio percibido por dVerd según cultivo.*

Cultivo	Producción	Unidad
Fresas	5,00	€/kg
	4,4	€/m ²
Albahaca	7,7	€/kg
	33	€/m ²

Tabla 6. *Precio medio percibido por el tomate en Márquez Horticultors.*

Cultivo	Precio	Unidad
Tomates	1,65	€/kg

4.1.1.1.3 Producciones

Producciones anuales en cada explotación según cultivo.

Tabla 7. *Producción anual según cultivo en dVerd.*

Cultivo	Producción	Unidad
Fresas	8884,80	kg/ha
	0,89	kg/ m ²
Albahaca	6435,1	kg/ha
	0,64	kg/ m ²

Tabla 8. *Producción anual de tomates en Márquez Horticultors.*

Cultivo	Producción	Unidad
Tomates	200.000	kg/ha
	22	kg/ m ²

4.1.1.1.4 Calidad de la planta

Tabla 9. *Colonización de raíces de las fresas en dVerd.*

Cultivos	Tipo de dato	Antes de ModpoW	Después de ModpoW
Fresa	Colonización de raíces	-	Buena
Albahaca	Enfermedades en raíces	Abundantes	Puntuales

4.2 Análisis social

4.2.1.1.1 Formación de los trabajadores

Valoración descrita en la Tabla 1 (en apartado 3.2.2 Mejora Social). Formación de los productores antes y después de ModpoW.

Tabla 10. *Valoración promedio del conocimiento agronómico de los productores antes y después de ModpoW.*

Empresa	Tipo de dato	Antes de ModpoW	Después de ModpoW
dVerd	Valoración respecto al conocimiento adquirido	6,3	8,7
Márquez Horticultors	Valoración respecto al conocimiento adquirido	8,17	9

4.2.1.1.2 Reducción de horas de trabajo físico

Tabla 11. *Horas de trabajo físico mensuales antes y después de ModpoW.*

Empresa	Tipo de dato	Antes de ModpoW	Después de ModpoW
dVerd	Horas trabajo físico	5,42	1,47
Márquez Horticultors	Horas trabajo físico	17,8	-

4.3 Análisis medioambiental

c. Consumo de agua

Tabla 12. *Recuento del volumen de agua echado según cultivo en dVerd.*

Zona	Agua consumida	Unidad
Fresas	1,51	m ³ /m ²
Albahaca	1,63	m ³ /m ²

Tabla 13. *Recuento del volumen de agua echado según invernadero en Márquez Horticultors.*

Zona	Agua consumida	Unidad
Tomates (Total)	324,16	m ³ /m ²
Tomates (Mediana invernadero)	162,08	m ³ /m ²
Tomates (Invernadero 1)	200,98	m ³ /m ²
Tomates (Invernadero 3)	123,18	m ³ /m ²

d. Optimización de la fertiirrigación

Tabla 14. *Optimización del riego y la nutrición según cultivo en dVerd.*

Cultivos	Tipo de dato	Antes de ModpoW	Después de ModpoW
Fresa	Detección errores de Riego	En planta	Antes de que causen daños en los cultivos
	Datos estado sustrato	Ninguno	En continuo
Albahaca	Detección errores de Riego	En planta	Antes de que causen daños en los cultivos
	Datos estado sustrato	Ninguno	En continuo

Tabla 15. *Optimización del riego y la nutrición en Márquez Horticultors.*

Cultivos	Tipo de dato	Antes de ModpoW	Después de ModpoW
Tomate	Consciencia de causa-efecto de lo que le sucede en el sustrato debido a una decisión de riego	Ninguna	En continuo
	Detección errores de Riego	En planta	Antes de que causen daños en los cultivos
	Datos estado sustrato	Ninguno	En continuo

5 Casos de éxito

En ModpoW AgriTechnologies, se han usado estos resultados de los dos casos de estudio, para caracterizar dos casos de éxito.

Éstos son una herramienta de márketing, que sirve para poder ofrecer la experiencia de otro cliente con su producto y sus servicios en concreto. A continuación, se muestran dichos casos con los resultados del estudio.

CASO DE ÉXITO DVERD

dVerd es una empresa familiar especializada en la producción de hierbas aromáticas y culinarias, localizada en la plana de **Lérida**. Su particular preocupación por la sostenibilidad ampara un producto fresco y de proximidad.



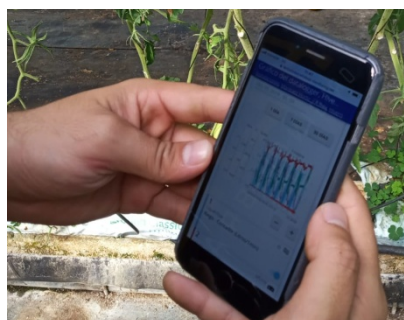
Suministran producto fresco a cadenas de restauración y supermercados que demandan una alta calidad.

Disponen de 11.000m² de invernaderos dónde cultivan mayormente albahaca. Además, también producen otras especies de valor culinario como perejil, cilantro y salvia.



Joan Farré - Dueño y director de **dVerd**

“Saber que lo estaba haciendo bien, me ha simplificado muchas acciones manuales de comprobación. En esta campaña prácticamente solo he entrado en el invernadero para cosechar. El monitoreo y la posibilidad de control desde el móvil de las variables de riego y nutrición, me han proporcionado mucha tranquilidad.”



PROBLEMA

Una de las estrategias de **dVerd** es producir aquello que el mercado al que se dirige le demanda. Uno de sus clientes más importantes le solicitó fresas, un cultivo nuevo para la empresa. Era una muy buena oportunidad comercial pero también les suponía un gran reto de manejo agronómico.

En un principio, la empresa tenía serias preocupaciones sobre cómo gestionar este nuevo cultivo. Además también se enfrentaban a un segundo reto, el uso de nuevo sustrato: la fibra de coco. Las fresas se cultivan en éste sustrato, y **dVerd** sólo había trabajado con perlita. El desafío agronómico era conocer tanto el comportamiento hídrico del nuevo sustrato como las necesidades nutricionales de las fresas en el mínimo tiempo.

Por otro lado su cultivo principal, la albahaca, arrastraba algunos problemas de hongos en la base del tallo que ocasionaban ciertas pérdidas de cosecha.

Por todo ello, **dVerd** contrató los servicios de **ModpoW AgriTechnologies** con el objetivo de subsanar o minimizar dichos problemas.



20

²⁰ Imagen extraída de <https://www.dverd.com/>



21

²¹ Imagen extraída de <https://www.dverd.com/>

SOLUCIÓN

La solución de **ModpoW AgriTechnologies** está basada en la monitorización en continuo de variables clave en la nutrición vegetal.

En concreto, para el caso **dVerd**, se instaló un contador de agua en el gotero para registrar la cantidad de agua exacta que llegaba al cultivo. Además, junto al contador, se añadió un conductímetro para medir la entrada de fertilizante. Finalmente, para regular la conductividad y el porcentaje de agua en las raíces, se clavó un sensor en el sustrato.



Este conjunto se instaló en dos zonas diferentes:

- El primero para resolver las dudas de fertiirrigación para el cultivo de fresas.
- El segundo para corregir los problemas de hongos en la albahaca.

La ubicación de los sensores y la instalación se llevaron a cabo por el equipo de expertos de **ModpoW**. De esta manera se consiguió regular la entrada y la demanda nutritiva de una forma representativa del cultivo.

Después de instalar todos los equipos, se realizó un estudio de riego, fertilización y comportamiento del sustrato. Se entregó al productor un informe de fertiirrigación para cada uno de los cultivos. De esta forma, **dVerd** pudo implementar una estrategia de riego y nutrición basada en datos.

Gracias a la información en continuo se ajustó la estrategia de nutrición cada 15 días en función del estado de la planta y el sustrato.

Visor de gráficos



Imagen en la parte superior, la tendencia a 30 días de humedad y conductividad eléctrica en raíces. El software de ModpoW AgriTechnologies permite visualizar fácilmente los datos en distintos periodos (1 día, 7 días y 30 días) para comprobar la programación diaria, las tendencias semanales y las mensuales.

Visor de gráficos

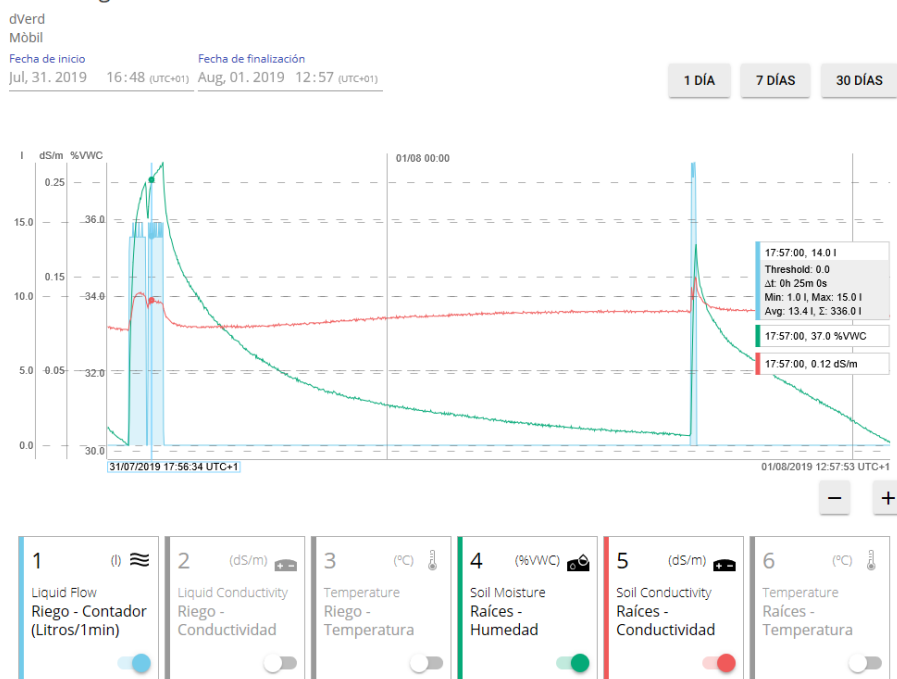


Imagen en la parte superior, patrón óptimo de la curva de secado-mojado. El visor de gráficos ModpoW se escala automáticamente, para facilitar la ampliación a un periodo concreto, o la visión global de una campaña desde el móvil y el PC.

RESULTADO

dVerd es un gran ejemplo de cómo funciona la experiencia de un buen agricultor sumada al uso de datos monitorizados. A través del sistema de envío de datos a **Internet**, **dVerd** realiza el seguimiento en continuo del estado de su plantación desde su ordenador y teléfono móvil. Este control, impacta en los resultados del negocio y puede incluso mejorar los márgenes. También contribuye a cumplir la legislación.

Las mejoras obtenidas en este proyecto han sido:

- La empresa ha reducido un 73% del tiempo dedicado a la gestión del riego y la nutrición gracias a la importante restricción de las tareas manuales de medición.
- Se ha avanzado la cosecha de la albahaca 2 semanas, gracias a la rectificación de la estrategia de riego que ha maximizado el crecimiento vegetal.
- Han menguado notablemente los casos de hongos en la base del tallo en el cultivo de albahaca, gracias a la maximización de la aireación del sustrato garantizando que se cubre la demanda del cultivo.
- Se ha detectado exceso de agua en raíces en los sacos de fibra de coco, y potenciando la curva de secado-mojado, la colonización de raíces ha sido máxima en las fresas.
- Se evitó que un fallo en la programación de la fertirrigación llegase a ser una afección visible en el cultivo.



Las expectativas de **dVerd** se han cumplido. Ha conseguido en su primer año de producción de fresas unos 7.000kg/Ha, contando con que la zona de Lérida no es la más adecuada para este cultivo. Dado su máxima calidad de producto y venta de proximidad, el precio percibido por el agricultor ha sido 5 veces mayor que lo habitual.

ALGUNOS DATOS MÁS

Esta solución, contribuyó a mejorar el conocimiento agronómico del productor, que pasó de alto a muy alto en una campaña.

Formación Agronómica	
Nivel	Descripción
Excelente 10	Comprende y manipula a la perfección el riego y la nutrición; y consigue siempre su objetivo.
Muy Alto 7-9	Comprende y manipula con facilidad el riego y la nutrición para conseguir su objetivo con el cultivo.
Alto 5-7	Comprende con facilidad y manipula el riego y la nutrición para conseguir su objetivo.
Medio 3-5	Comprende y usa con dificultad el riego y la nutrición para conseguir su objetivo.
Bajo 0-3	No comprende el riego y la nutrición.

La optimización de las tareas gracias a la plataforma de **ModpoW AgriTechnologies** fue:

	
Análisis agua de riego manual	Análisis del agua de riego automático
Balance de lo que hay en el saco mediante medidas de Conductividad Eléctrica que entra; y Conductividad Eléctrica de salida / Una vez por semana (1h).	Mirar PC o móvil, datos directos del consumo del cultivo / 2 o más veces por semana (5min).
Estimación del caudal y la frecuencia de riego con una imagen puntual. / Una vez por semana (1h).	Estimación del caudal y la frecuencia de riego con una imagen general. / 2 o más veces por semana (5min).
Análisis foliar / 1 vez al mes.	Análisis foliar/ 1 vez cada 2 meses.

CASO DE ÉXITO MARQUEZ HORTICULTORS

Márquez Horticultors es una empresa familiar que nace en 1983 como una de las primeras instalaciones de cultivo hidropónico de tomate en Catalunya. Son una empresa comprometida con la mejor continua, por ello toda su producción es certificada con los distintivos de producción integrada y global G.A.P. Además cultivan dos de las variedades más complicadas y también más valoradas del mercado (**Tomawak** y **Monterrosa**[®]). Comercializa su producción y otros subproductos bajo la marca **Agrogust**.



Con una extensión de 17.000m² de invernaderos y una producción anual de 190.000 kg/año son uno de los principales productores de la región. Cultivan 2 veces al año y consiguen rendimientos de hasta 22 kg/m².



Joan Márquez, director y socio de Márquez Horticultores

“A veces tocas parámetros por intuición; pero en lugar de arreglarlo, lo empeoras.” – Joan Márquez.

La plataforma de **ModpoW AgriTechnologies** facilita datos empíricos en los que basar cada decisión en cuanto a la fertiirrigación de tus cultivos.

[®]"Monterosa" es una marca registrada de Semillas Fitó S.A.

PROBLEMA

Joan Márquez, propietario y director de la explotación, calculaba más de 10 veces al día los parámetros de riego y fertilización para garantizar su cosecha año tras año. Su situación de incertidumbre respecto a las decisiones que tomaba, le consumía mucho tiempo de su día a día.

Además, el productor, tenía dudas de cómo afectaba la degradación del sustrato que utiliza para las tomateras. No conocer la capacidad de retención de sus sacos a lo largo del tiempo, le perjudicaba directamente a la hora de tomar decisiones y mantener los quilos de producción esperados.

Para solucionar este problema necesitaba saber como se comportaban el agua y el fertilizante a nivel de raíces del cultivo. Es decir, qué estaba pasando dentro del saco.



SOLUCIÓN

Para solucionar los problemas de **Marquez Horticultors**, el equipo de expertos de **ModpoW AgriTechnologies** se puso en marcha, y diseñaron una solución adaptada a su caso. Esta solución, incluye dos puntos de control para poder resolver también las dudas del productor sobre la vida útil de los sustratos. En cada uno de estos puntos, se instalaron los siguientes sensores:

- Un contador de agua y un conductímetro en la manguera, a nivel de gotero para poder contabilizar la cantidad de agua y fertilizante que llegaba realmente al cultivo.
- Un sensor que medía la conductividad y el porcentaje de agua en las raíces.

Para garantizar que cada punto tenía un registro de datos lo más representativo posible, **ModpoW AgriTechnologies** escogió con los parámetros de cada plantación, la óptima ubicación de los puntos.



Imágenes en la parte superior de contador y conductímetro en la manguera, sensor de humedad y conductividad eléctrica en el sustrato y Datalogger ModpoW instalados en los cultivos de Márques Horticultors.

Estos sensores se conectan al móvil y al PC vía **Internet**. Los datos recogidos por cada uno de los sensores, se almacenan en el **Datalogger ModpoW** el cual envía la información recogida al **Gateway ModpoW**. Este último, está conectado a un punto de luz y envía los datos a la nube automáticamente cada 30min.

A continuación, la ubicación de los sensores y la instalación se llevaron a cabo por el equipo de expertos de **ModpoW**. De esta manera se consiguió regular la entrada y la demanda nutritiva de una forma representativa del cultivo.

Después de instalar todos los equipos, se realizó un estudio de riego, fertilización y comportamiento del sustrato. Se entregó al productor un informe de fertiirrigación para cada tipo de saco. De esta forma, **Márquez Horticultors** pudo implementar una estrategia de riego y nutrición basada en datos.

Visor de gráficos

Màrquez Hortic. - A Baix
Hivernacle 1

Fecha de inicio

Apr. 24, 2019 06:30

Fecha de finalización

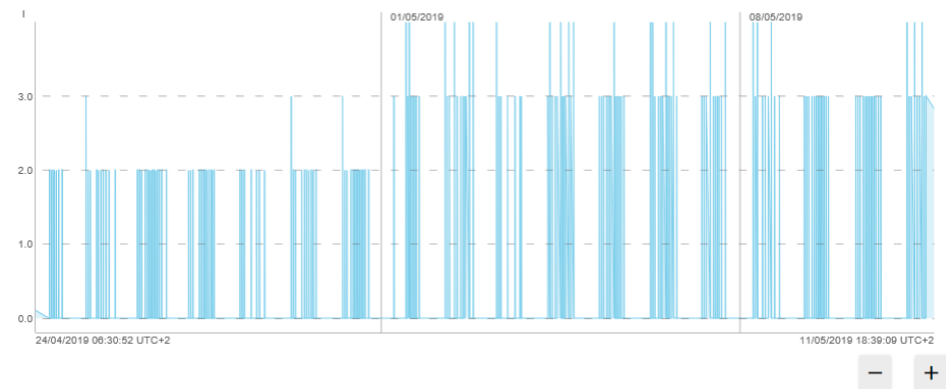
May. 11, 2019 18:39

1 DÍA

7 DÍAS

30 DÍAS

Estadísticas ▾



El software de ModpoW permite activar y desactivar con facilidad las variables a visualizar. Estan dotadas de escalas independientes que se reajustan automáticamente al espacio, facilitan la posibilidad de ver simultáneamente y por separado cada una. Imagen superior con la activación del agua de entrada, dónde se observa el aumento del caudal de agua debido a al tratamiento antiobturaciones del sistema de riego.



Imagen superior con las variables de agua de entrada, humedad y conductividad eléctrica en raíces.

RESULTADO

A través del sistema de envío de datos a Internet, **Joan Márquez** realizó el seguimiento del estado de su plantación con precisión desde su ordenador. Se pueden ver los efectos tan positivos de la suma de la experiencia de un buen agricultor, con el uso de datos en continuo.




Las mejoras obtenidas gracias a **ModpoW AgriTechnologies** en este caso fueron:

- Se observó que era dos veces menor la capacidad de retención de la humedad en los más viejos.
- A partir de las recomendaciones de **ModpoW**, se mejoró la humedad disponible de los sacos viejos.
- Gracias al registro histórico del software de **ModpoW AgriTechnologies**, pudo crear estrategias a largo plazo para siguientes campañas.
- **Joan Márquez** pudo disponer del tiempo que antes gastaba comprobando sus decisiones para las demás atenciones que su empresa requiere.

Monitorizar los parámetros de fertirrigación, de entrada al cultivo y del consumo en saco en dos muestras con sustrato de diferente edad, permitió a **Márquez Horticultors** validar sus decisiones. Pudo conocer la retención hídrica de los sacos en función de su degradación y mitigar su preocupación. El conjunto de los datos que **ModpoW** ofrece, demostró que los recursos invertidos eran muy eficientes; y una vez más cumplió sus objetivos de producción y calidad.

OTROS DATOS

Mejoras observadas en la obtención de datos y la toma de decisiones de **Márquez Horticultors**:

	 
Volumen de agua que han pasado por el cabezal de riego.	Volumen de agua que realmente llega al cultivo.
Conductividad eléctrica de entrada a la planta y del drenaje. Medidas manuales y puntuales.	Conductividad eléctrica de entrada. Medida automatizada y en continuo.
-	Registro de los valores de toda la campaña y acceso directo a la información desde el PC y el móvil.
Descubrimiento de lo que consume la planta mediante el balance.	Medida directa de la variación de la conductividad eléctrica en raíces.
Para solucionar la preocupación sobre si el balance es el adecuado, medidas manuales para comprobar.	Para solucionar la preocupación sobre si el balance es el adecuado, comprobación desde el móvil o el PC.

6 Conclusiones

Queda claro que si queremos que el planeta perdure, contemplar el desarrollo económico cómo sostenible es básico. Además, de cara al futuro la sociedad se verá obligada a dirigir cada vez más los esfuerzos en esta dirección, dado que no tendrá más opción si quiere que el planeta y el ser humano perduren.

Dado que la sostenibilidad es un concepto pluridisciplinar, las metodologías de recopilación de datos que incluye son muy distintas. Esto implica también una dificultad añadida, que no es el conocimiento de algo en concreto en mucha profundidad; si no la valoración de muchos más conceptos en una profundidad óptima (Ver Anejo II).

Se ha diseñado un estudio tipo sobre la sostenibilidad que conlleva la implementación de nuevas tecnologías en explotaciones agrícolas. Además, se ha puesto a prueba el diseño, haciendo el estudio en dos explotaciones de cultivos fuera suelo; con la tecnología de ModpoW AgriTechnologies basada en IoTs. Este ejemplo, servirá de guía para próximos estudios relacionados con la sostenibilidad y las nuevas tecnologías en la agricultura, temática que cada vez será más necesaria.

Para poder realizar este estudio se han acotado cada uno de los indicadores con el objetivo de alcanzar a obtener resultados con los recursos existentes. Destaco que, para que cada uno de los análisis y los resultados sean representativos hacen falta más repeticiones de este mismo estudio y así poder aislar adecuadamente todas la variables que interfieren.

De todas formas, a nivel agronómico en este estudio se ha podido observar que la obtención de datos es útil y necesaria para poder descubrir qué es lo que sucede a nivel de raíces. Esto permite detectar y corregir problemas habituales antes de que afecten a la producción y que los agricultores conozcan con precisión lo que sucede. Y como consecuencia, que en las explotaciones se conozca y se tenga presente el agua usada y a partir de aquí se puedan diseñar estrategias de optimización.

Debido a que el contexto de este estudio se ha dado en una empresa dedicada a la tecnología aplicada a la agricultura, los conceptos de economía y medioambiente han estado más presentes y concretos en este análisis que la parte social.

Por último, a lo largo del desarrollo de este estudio, han aparecido otras dudas que podrían ser resueltas en futuros estudios de la misma línea: ¿Cual es el gasto energético de la tecnología? ¿Cuánto le cuesta al planeta la producción agrícola? ¿Cómo afecta la aplicación de la tecnología al coste del planeta?

Bibliografía

- Baixauli, C. A. (2002). *Cultivos sin suelo de hortalizas*. Valencia: GENERALITAT VALENCIANA.
- Bayer México. (2018). *Inteligencia artificial en la agricultura, llave de la productividad*.
Obtenido de <https://www.hablemosdelcampo.com/inteligencia-artificial-en-la-agricultura-llave-de-la-productividad/>
- FAO. (2002). *El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/s8630s/s8630s00.htm>
- FAO. (2002). *Perspectivas para el medio ambiente - Agricultura y Medio Ambiente*.
Obtenido de <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>
- Fundación para la Innovación Agraria Santiago, Chile. (2008). *Tecnologías aplicables en Agricultura de Precisión*. Santiago, Talca y Temuco.
- Lerch, R. A. (1997). *¿Qué es qué en tecnología? Manual de uso*. Buenos Aires: Ediciones Garnica S. A.
- M. Vilanova, M. D. (2009). *Modelo de indicadores de RSE para pymes*. Barcelona: Instituto de Innovación Social ESADE Business School. Universitat Ramon Llull.
- Mudler, K. (2007). *Desarrollo Sostenible para Ingenieros*. Barcelona: Edicions UPC.
- ONU. (2011). *Asamblea General de las Naciones Unidas - Presidente del 65° período de sesiones*. Obtenido de <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- ONU. (2015). *Consumo y Producción Sostenibles - Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- ONU. (2015). *Infraestructura - Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>

- ONU. (2015). *Sustainable development*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/07/se-debe-acelerar-la-implementacion-de-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/> (
- ONU. (2015). *Water and Sanitation*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Oñate, J. J. (2002). *Evaluación Ambiental Estratégica: la evaluación ambiental de Políticas, Planes y Programas*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Qampo. (15 de Enero de 2020). *La Agricultura de Precisión*. Obtenido de <https://qampo.es/la-agricultura-de-precision/>
- Radulovich, R. K. (1993). *Validación de Tecnologías en Sistemas Agrícolas*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- Xercavins, J. C. (2005). *Desarrollo sostenible*. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL.

Otros documentos consultados

L. Atzoria, A. Iera, G. Morabito. (2010). *The Internet of Things: A survey*. ELSEVIER.

P. Javaloyes, M. Umena, S. Dougherty. (2015) *70 Años de la FAO 1945-2015*. FAO.

Galindo, J. C. (2019). *Agricultura e inteligencia artificial serán inseparables*.

Obtenido de: <https://www.muyinteresante.es/tecnologia/inteligencia-artificial/articulo/agricultura-e-inteligencia-artificial-seran-inseparables-541547979901>

Anejo I: El impacto de la agricultura sobre el medio ambiente

Tal como se ha definido con anterioridad, la sostenibilidad integra economía, sociedad y medio ambiente. A lo largo de este trabajo, se profundizado más sobre los problemas medioambientales dónde la agricultura tiene un fuerte impacto:

1.1. Gases efecto invernadero

La FAO, en el informe de 2016 publicaba que el 21% de los gases efecto invernadero eran ocasionados por el sector agrícola.

Otros datos, emitidos por el parlamento europeo son los siguientes:

- La Unión Europea se encuentra en la 3ª posición como región del mundo responsable de las emisiones mundiales de gases efecto invernadero (ver Figura 16).
- En 2017, de los gases efecto invernadero emitidos, la agricultura supone el casi el 9%.

Y según el Sistema Español de Inventario de Emisiones, en 2018 el sector agrícola suponía el 12% de las emisiones totales en el territorio español.

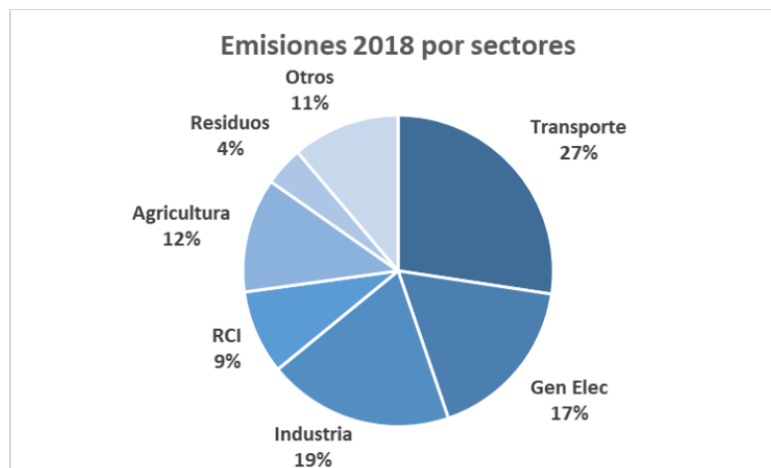


FIGURA 16: Emisiones de gases efecto invernadero en 2018 por sectores. Extraído del Avance de Emisiones de GEI correspondientes en el año 2018. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/avance-gei-2018_tcm30-496677.pdf (20-Oct-2019)

Principales emisores de gases de efecto invernadero en el mundo en 2015

[kilotoneladas de equivalente de CO₂]

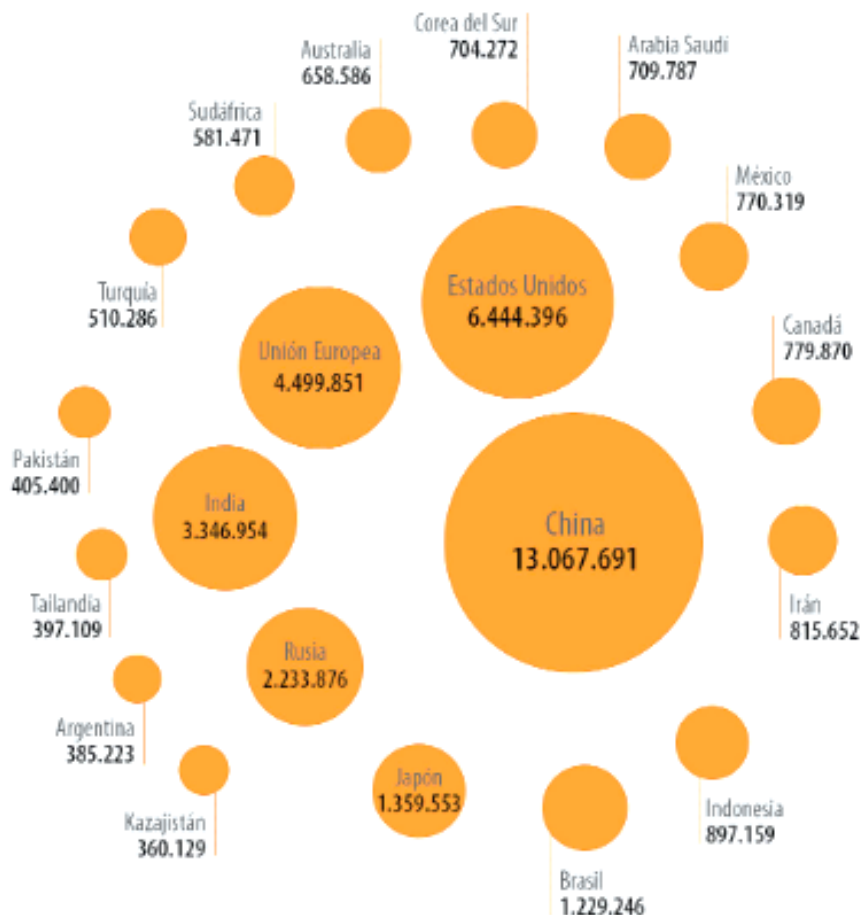


Figura 17: Principales emisores de gases de efecto invernadero en el mundo en 2015. Extraído de las Noticias del Parlamento Europeo, en la sección de prioridades y el apartado sobre el cambio climático. Recuperado de: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/priorities/cambio-climatico> (10-Ene-2020).

6.1 La contaminación de los acuíferos

Es un problema grave en los países desarrollados, cada vez más relevante en los países en desarrollo.

Según la FAO, la agricultura es la mayor fuente de contaminación del agua, ni las ciudades, ni la industria. A nivel mundial, el contaminante más común en los acuíferos subterráneos son los nitratos procedentes de la actividad agrícola.

Dicha contaminación, puede afectar tanto a todos los ecosistemas se nutren de los acuíferos afectados, cómo a la salud humana. Los componentes más preocupantes son: patógenos el ganado, plaguicidas, nitratos y oligoelementos metálicos.

La información anterior se ha extraído de un artículo de la FAO *Los contaminantes agrícolas: Una grave amenaza para el agua del planeta*.²²

Por parte del gobierno de España y el Ministerio de transición ecológica, la parte de prevención a la contaminación de las aguas subterráneas todavía está en desarrollo. Es un tema sobre el que faltan datos, pero cada vez más se están declarando más acuíferos contaminados por nitratos.

6.2 La presión sobre la biodiversidad

La explotación agrícola, influye en la desaparición de las cubiertas vegetales naturales; y en la alteración de la estructura del suelo, el ciclo del agua y la presencia y distribución de los nutrientes. Por ello y debido a que todo esta dentro de un ecosistema, afecta también a la fauna del entorno.

*“Los sistemas más intensivos, incluyendo el monocultivo moderno, las plantaciones y ranchos de ganado de alta densidad, pueden modificar el ecosistema de una manera tan severa que muy poco de la biota previa y del paisaje permanecen” (C. Landeros, 2011).*²³

La información anterior se ha extraído de una cita en *“Impacto de la agricultura sobre la biodiversidad”*.

²² FAO; 2020. Recuperado de: <http://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/> (5-Abr-2020)

²³ C. Landeros, J. C. Moreno, L. Nikolskii, O. Bakhlaeva; 2011. *Impacto de la agricultura sobre la biodiversidad*.

6.2.1 Objetivos mundiales para el crecimiento sostenible de la agricultura

La FAO, basándose en los objetivos de la ONU, describe el concepto de agricultura sostenible como un desarrollo de esta práctica, que se base en los siguientes principios:

1. Mejorar la eficiencia en el uso de los recursos es fundamental.
2. La sostenibilidad requiere acciones directas para conservar, proteger y mejorar los recursos naturales.
3. La agricultura que no logra proteger y mejorar los medios de vida rurales y el bienestar social es insostenible.
4. La agricultura sostenible debe aumentar la resiliencia de las personas, de las comunidades y de los ecosistemas, sobre todo al cambio climático y a la volatilidad del mercado
5. La buena gobernanza es esencial para la sostenibilidad tanto de los sistemas naturales como de los sistemas humanos.

La información anterior se ha extraído de *Objetivos de Desarrollo Sostenible - Agricultura Sostenible*²⁴.

²⁴ FAO; Post 2015. Recuperado de: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/> (18-Oct-2019)

Anejo II: Encuesta para valorar la calidad, aprendizaje y tiempo antes y después de la tecnología.

Las variables a valorar han sido definidas con la ayuda de Sergi Torrents, un asesor agrónomo sobre riego y nutrición que también se dedica a la multiplicación vegetal.

No se llegó a diseñar la encuesta adecuadamente cómo para ser contestada por los agricultores y obtener unos resultados objetivos. De todas formas, se empezó a diseñar para poder observar objetivamente cómo evolucionaba la calidad de los cultivos antes y después del uso de las tecnologías de ModpoW AgriTechnologies.

Variables a tener en cuenta para realizar una encuesta sobre la calidad de los cultivos

De todas las variables posteriormente detalladas, es interesante descubrir la información sobre: La campaña previa a la instalación de los equipos, la primera y la segunda.

- 1) Cultivos de hoja.** Sirve para valorar el aspecto y las propiedades de la hoja, la parte comestible. (P. ej. Albahaca)

a campaña. Las más relevantes para comparar son la previa y la segunda.

- Problemas de sanidad radicular
- Aroma
- Color
- Aspecto de la hoja
- Conservación

- 2) Cultivos hortícolas de fruto.** Sirve para valorar cultivos hortícolas cuyo parte comestible son flor y/o fruto. (P ej. Fresas, tomates, etc.)

VALORACIÓN DEL CULTIVO

- Problemas de sanidad radicular
- Color

- Aspecto de la hoja

VALORACIÓN DEL FRUTO

- Homogeneidad
- Calibres
- Conservación
- Sabor

Variables a tener en cuenta para realizar una encuesta sobre el aprendizaje y el tiempo empleado

¿Consideras que has aprendido gracias a la herramienta?

¿Cuánto valoras la formación agronómica que has ganado desde que trabajas con esta tecnología?

¿Consideras que has ahorrado tiempo desde que usas esta tecnología?